

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
31. Mai 2001 (31.05.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/38897 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01S 5/26, [DE/DE]; Jahnstrasse 60, 84160 Frontenhausen (DE).  
5/22, G05B 19/418 DONHARL, Robert [DE/DE]; Siebengadem 12, 84140  
Gangkofen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/11186 (74) Anwalt: ZOLLNER, Richard; Bayerische Motoren  
Werke Aktiengesellschaft, Patentabteilung AJ-3, 80788  
München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 11. November 2000 (11.11.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).
- (30) Angaben zur Priorität:  
199 55 646.6 19. November 1999 (19.11.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): BAYERISCHE MOTOREN WERKE [DE/DE];  
Aktiengesellschaft, Petuelring 130, 80809 München (DE).  
Veröffentlicht:  
— Mit internationalem Recherchenbericht.
- (72) Erfinder; und  
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOFER, Josef

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR ASSIGNING A TOOL TO A WORKPIECE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ZUORDNUNG EINES WERKZEUGS ZU EINEM  
WERKSTÜCK

(57) Abstract: The invention relates to a device for assigning a tool to a workpiece that is conveyed on an assembly line. In order to improve the ability to inspect the assembly of workpieces, a device is provided which comprises, for example, at least one transmitter that is arranged in the vicinity of an assembly line, comprises a receiver that is arranged on the tool, and comprises an evaluation unit, which determines a corresponding distance of the tool to each transmitter from the propagation delay of at least one received signal. The device also comprises an indicating device, which indicates the positions of workpieces on the assembly line, and comprises an assigning unit, which assigns a tool or a tool position to a workpiece based upon the at least one distance of the tool to the transmitter and to the positions of the workpieces. Naturally, the arrangement of transmitters and receivers can also be selected in a transposed manner.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Zuordnung eines Werkzeugs zu einem auf einem Montageband beförderten Werkstück. Zur besseren Überprüfbarkeit der Werkstückmontage wird eine Vorrichtung vorgeschlagen, umfassend beispielsweise zumindest einen im Bereich eines Montagebandes angeordneten Sender, einen an dem Werkzeug angeordneten Empfänger, eine Auswerteeinheit, die aus den Laufzeiten des zumindest einen empfangenen Signals eine zugehörige Entfernung des Werkzeugs zu jedem Sender bestimmt, eine Meldeeinrichtung, die Positionen von Werkstücken auf dem Montageband ausgibt und eine Zuordnungseinheit, welche aus der zumindest einen Entfernung des Werkzeugs zum Sender und der Werkstückpositionen ein Werkzeug oder eine Werkzeugposition einem Werkstück zuordnet. Natürlich können die Anordnung von Sendern und Empfängern auch vertauscht gewählt werden.



WO 01/38897 A1

5

10

**Vorrichtung und Verfahren zur Zuordnung eines Werkzeugs zu einem Werkstück**

15 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Zuordnung eines Werkzeugs zu einem Werkstück gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1, 14 bzw. 26.

Bei der Fließfertigung von Werkstücken können von Arbeitern betriebene Werkzeuge nur selten einem bestimmten zu bearbeitenden Teil zugeordnet werden. Insbesondere gibt es keine Möglichkeit festzustellen, wo sich ein Werkzeug in Bezug auf ein auf einem Montageband befindliches Werkstück befindet. So könnte es beispielsweise vorkommen, daß Werkstücke, beispielsweise Fahrzeuge, die Montage verlassen, ohne daß bestimmte Verschraubungen durchgeführt worden sind. Eine diesbezügliche Überprüfung ist nicht ohne weiteres möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, das die Zuordnung von Werkzeugen zu einem auf einem Montageband beförderten Werkstück zuläßt.

30

Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen 1, 14 und 26 genannten Merkmale gelöst.

Gemäß einem Kerngedanken der Erfindung wird die Position eines Werkzeugs entweder relativ zu einem Werkstück oder bezüglich eines ortsfesten Koordinatensystemes erfaßt und einem auf dem Montageband befindlichen Werkstück zugeordnet. Dabei ist jedem Werkstück eine bestimmte Identifikation (z.B. Produktions- oder Fahrgestellnummer) zugeordnet. Die Erfassung der Position des Werkzeugs erfolgt über die Auswertung der Laufzeiten von Signalen, die von einem Sender ausgegeben und von einem Empfänger aufgenommen werden. Über Winkelfunktionen kann die Position des Werkzeugs errechnet werden. Je nach Ausführungsbeispiel ist an dem Werkzeug ein Sender oder ein Empfänger angeordnet. Die Anordnung eines Empfängers an einem Werkzeug hat den Vorteil, daß durch den Werkzeugbetrieb verursachte Störungen weniger Störeinfluß haben. Je nachdem, ob an dem Werkzeug ein Sender oder ein Empfänger angeordnet ist, sind die dazugehörigen Gegenstücke, also die Empfänger bzw. die Sender, im Bereich des Montagebandes vorgesehen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die nicht am Werkzeug angeordneten Empfänger oder Sender ortsfest im Raum angeordnet. Durch die Auswertung der Laufzeiten zwischen Sendern und zugeordneten Empfängern kann die Absolutposition des Werkzeugs im Raum angegeben werden.

Bei einem in allen Richtungen beweglichen Werkzeug sind 3 Sender (bei der Alternativausführung 3 Empfänger) notwendig, um eine eindeutige Festlegung im Raum zu erreichen. Ist das Werkzeug jedoch nur in einer bestimmten Richtung zum Fahrzeug bewegbar, kann auch schon ein einzelner Sender (bei der Alternativausführung 1 Empfänger) ausreichen.

Gemäß einer anderen Ausführungsform kann ein Sender (bei der Alternativausführung ein Empfänger) auch am Montageband beispielsweise mit einem bestimmten Werkstück mitbewegt werden, so daß über die Entfernungsmessung bereits eine Information hinsichtlich des Abstandes vom Werkzeug zum am Werkstück angeordneten Sender (alternativ Empfänger) getroffen werden kann.

Unter Zuhilfenahme der bereits vorhandenen Kenntnis von identifizierbaren Werkstücken auf dem Montageband und deren bekannten momentane Positionen kann

aus der Position des an dem Werkzeug angeordneten Empfängers (alternativ Sender) eine zeitliche Zuordnung eines Werkzeug zu einem Werkstück getroffen werden. Je nach Erfassungsrate der Werkzeugposition lassen sich somit genau Aussagen darüber treffen, ob das Werkzeug an eine bestimmte Position eines Werkstücks mit einer bekannten Identifikation herangeführt worden ist. Durch Abspeicherung dieser Daten ist insgesamt eine Überprüfung möglich, ob einem Werkstück ein Werkzeug zugeführt worden ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich grundsätzlich für alle Werkzeuge einsetzen, bei denen die Zuordnung zu einem Werkstück wichtig ist. Insgesamt ist die vorliegende Vorrichtung billiger und flexibler einzusetzen als bekannte mechanische Einrichtungen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform werden als Sender Ultraschallsender und als Empfänger Ultraschallempfänger verwendet. Die Sender können nach und nach getriggerte Signale abgeben. Alternativ kann jeder Sender charakteristische Signale aussenden. Diese ausgesendeten Signale werden von der Empfangseinheit aufgenommen und den entsprechenden Sendern zugeordnet. Aus den Laufzeiten der Signale können dann die Abstände zwischen den jeweiligen Sendern und Empfängern berechnet und so die Lage des Werkzeugs ermittelt werden.

Wie oben bereits erwähnt, kann beim Einsatz von mindestens drei Sendern (alternativ drei Empfängern) eine eindeutige Positionsbestimmung auch bei einem Werkzeug erfolgen, welches frei bewegbar ist. Dabei kann ein Nullpunkt festgelegt und gegenüber diesem Nullpunkt die Lage des Werkzeugs angegeben werden.

Zur Überprüfung der Montageabläufe ist es von Vorteil, wenn die von einer Zuordnungseinheit gelieferten Zuordnungsdaten eines Werkzeugs zu einem Fahrzeug in einem Speicher, insbesondere einem nicht-flüchtigen Speicher abgelegt werden. Die Daten können auch auf einem aufzubewahrenden Speichermedium aufgenommen werden, so daß man auch über längere Zeit hinweg noch genau den Montageablauf überprüfen kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird zusätzlich noch erfaßt und aufgezeichnet, ob das Werkzeug, beispielsweise ein Elektroschrauber, auch funktionsgemäß betrieben wurde. So läßt sich nicht nur die Heranführung des Werkzeugs zu einem bestimmten Fahrzeug sondern auch dessen funktionsgemäßer Betrieb in einem bestimmten Punkt nachvollziehen. Beispielsweise kann bei einem Elektroschrauber über das anliegende Moment bestimmt werden, ob die Verschraubung richtig durchgeführt wurde. Bei einer Betätigung des Elektroschraubers ohne diesen an der Schraube anzusetzen oder bei Abdrehen einer Schraube, entsteht kein erwartetes Moment, so daß keine ordnungsgemäße Verschraubung an einem bestimmten identifizierbaren Werkstück gemeldet werden kann. Solche Rückmeldungen von einwandfrei durchgeführten Arbeitsschritten können bei allen betätigbaren Werkzeugen erfolgen, und wiederum Werkstücken zugeordnet werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 eine schematische Darstellung von auf einem Montageband angeordneten Fahrzeugen gegenüber einem an einem Werkzeug angeordneten Empfänger, dessen Position mittels Sendern ermittelt wird,

20

Fig. 2 eine elektrische Schaltskizze für eine solche erfindungsgemäße Vorrichtung und

Fig. 3 eine weitere schematische Darstellung von auf einem Montageband angeordneten Fahrzeugen gegenüber einem an einem Werkzeug angeordneten Sender, dessen Position mittels Empfänger ermittelt wird.

25

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Montage von Fahrzeugen beschrieben. Natürlich kann das erfindungsgemäße Verfahren auch für alle anderen Werkstücke eingesetzt werden, die an oder mit einem Montageband transportiert werden und identifizierbar sind.

30

In Fig. 1 ist in schematischer Weise ein Montageband B dargestellt, auf dem sich verschiedene und eindeutig identifizierbare Fahrzeuge (vorliegend zwei) A<sub>1</sub> und A<sub>2</sub>

befinden. Das Montageband B wird in Pfeilrichtung P bewegt. Jedem Fahrzeug  $A_1$  und  $A_2$  ist eine Fahrzeugposition  $F_1$  bzw.  $F_2$  zugeordnet. Wobei in einem (nicht dargestellten) Steuerungsleitsystem jede Fahrzeugposition eines gerade montierten Fahrzeugs bekannt ist. Diese Positionen können in einem definierten Koordinatensystem 10 angegeben werden.

Die Fahrzeugposition kann beispielsweise wie folgt ermittelt werden. Bei Einbringen eines Fahrzeugs  $A_1$  auf das Montageband B wird dessen Fahrgestellnummer über einen Transponder in das Steuerungsleitsystem eingelesen. Überwacht man nun die Fortbewegung des Bandes, so kann man immer angeben, an welchem Bandpunkt sich das Fahrzeug gerade befindet.

Im Bereich des Montagebandes B ist ein Werkzeug, vorliegend ein Elektroschrauber (nicht weiter dargestellt) vorgesehen, an dem ein Empfänger E angeordnet ist. Bei dem Empfänger E handelt es sich um einen Ultraschallempfänger, der Signale von ortsfest in der Montagehalle montierten Ultraschallsendern S1, S2 und S3 empfängt. Über die verschiedenen, von einer später noch zu erläuternden Schaltung ausgewerteten Laufzeiten werden die Abstände L1, L2 und L3 zwischen dem Empfänger einerseits und den zugeordneten Sendern S1, S2 und S3 andererseits ermittelt. Aus diesen Abständen L1, L2 und L3 und den Positionen der Sender S1, S2 und S3 lassen sich insgesamt die Koordinaten des Empfängers ( $X_E$ ,  $Y_E$ ,  $Z_E$ ) gegenüber einem definierten Nullpunkt N errechnen.

In Fig. 2 ist eine einfache und schematische Schaltskizze der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Demgemäß geben die Sender S1, S2 und S3 nach und nach getriggerte Ultraschallsignale aus, die von dem Empfänger E erfaßt werden. Über eine Auswerteeinheit 20, die einerseits mit den Sendern S1, S2 und S3 und andererseits mit dem Empfänger E verbunden ist, kann über die verschiedenen Laufzeiten und die bekannten Positionen der Sender auf den Ort des Empfängers in der Montagehalle geschlossen werden. Dieser Ort wird einer Zuordnungseinheit 40 zugeführt. Diese Zuordnungseinheit 40 erhält ferner von einer Meldeeinrichtung 30 die verschiedenen auf dem Montageband B befindlichen Positionen  $F_1$  und  $F_2$  von Fahrzeugen  $A_1$  und  $A_2$ . Durch einen Vergleich der einzelnen Po-

sitionen kann eine Zuordnung eines Werkzeugs oder einer Werkzeugposition zu einem identifizierten Fahrzeug erfolgen.

In Fig. 3 ist eine alternative Variante zu derjenigen in den Fig. 1 und 2 dargestellt.  
5 Hierbei ist die Anordnung von Sendern und Empfänger vertauscht. Wiederum in schematischer Weise ist ein Montageband B' dargestellt, auf dem sich verschiedene, eindeutig identifizierbare Fahrzeuge A<sub>1</sub>', A<sub>2</sub>', A<sub>3</sub>', A<sub>4</sub>', A<sub>5</sub>' und A<sub>6</sub>' befinden. Das Montageband B' wird in Pfeilrichtung P' bewegt. Jedem Fahrzeug A<sub>1</sub>' bis A<sub>6</sub>' ist eine Fahrzeugposition F<sub>1</sub>' bis F<sub>6</sub>' zugeordnet. Beim Einbringen der Fahrzeuge A<sub>1</sub>' bis A<sub>6</sub>'  
10 wird von diesem jeweils über einen Transponder eine Fahrzeugidentifizierung an ein Empfangsgerät EM abgegeben, welches die Information an einen Rechner 50 weiterleitet. Über eine Bandbewegungserfassungseinrichtung 60, welche ebenfalls mit dem Rechner verbunden ist, ist die Bandbewegung bekannt, so daß jede Fahrzeugposition auf dem Montageband B' nachvollziehbar ist. Diese Positionen können  
15 in einem definierten Koordinatensystem angegeben werden.

Im Bereich des Montagebandes B' sind zwei Werkzeuge 70, 70', vorliegend zwei Elektroschrauber, vorgesehen, an denen jeweils ein Sender S', S'' angeordnet ist. Bei den Sendern S', S'' handelt es sich wiederum um Ultraschallsender, deren Si-  
20 gnale von ortsfest in der Montagehalle montierten Ultraschallempfängern E1', E2' und E3' empfangen werden. Über die verschiedenen Laufzeiten werden die Abstände zwischen den Sendern S', S'' einerseits und den Empfängern E1', E2' und E3' andererseits ermittelt. Aus diesen Abständen und den Positionen der Empfänger E1', E2' und E3' lassen sich insgesamt die Koordinaten des Senders gegenüber  
25 einem definierten Nullpunkt errechnen.

Gemäß Fig. 3 geben die Sender S' und S'' und die Empfänger E1', E2', E3' ihre Signale an den Rechner 50 ab, der die in der Fig. 2 separat dargestellte Auswerteeinheit, Meldeeinrichtung und Zuordnungseinheit zentral umfaßt. Die Zuordnung der  
30 Werkzeuge 70 und 70' zu den einzelnen Fahrzeugen erfolgt analog wie in den Fig. 1 und 2 beschrieben. Vorliegend werden dabei die Position des Werkzeugs und die Positionen der Fahrzeuge F<sub>1</sub>' bis F<sub>6</sub>' miteinander verglichen, und ein Werkzeug 70, 70' wird einem bestimmten Fahrzeug dann zugeordnet, wenn die Abstände innerhalb bestimmter Bereiche liegen ST1, ST2.

- Bei einer kontinuierlich durchgeführten E-fassung der Werkzeugposition kann die Hinzuführung eines Werkzeugs zu einem Fahrzeug nachvollzogen und überprüft werden. Wird zusätzlich noch der funktionsgemäße Werkzeugbetrieb, beispielsweise die zweckgemäße Bedienung des Elektroschraubers, erfaßt, so kann neben der Hinzuführung des Werkzeugs zu dem Fahrzeug auch noch die Ausführung eines bestimmten Montageverfahrens an einem identifizierten Fahrzeug festgehalten werden. Somit ist es auf einfache Weise möglich, zu überprüfen, ob alle mit einem Elektroschrauber durchzuführenden Verschraubungen richtig abgearbeitet worden sind. Verläßt dann ein Fahrzeug das Montageband, ohne daß zu diesem Fahrzeug die erforderlichen Verschraubungen vorgenommen wurde, so kann ein entsprechender Hinweis erfolgen. Alle Daten können auch in einem Speicher, beispielsweise des Rechners 50 abgelegt werden.
- Das vorliegend beschriebene erfindungsgemäße Verfahren kann natürlich nicht nur bei der Montage von Fahrzeugen, sondern bei allen zu montierenden Werkstücken verwendet werden. Dabei können auch jegliche andere Werkzeuge Verwendung finden.